

# DCM CryoCooler 비례제어 밸브

2025.4.25

DCM CryoCooler 소모임 연구과제  
어철수

# 비례제어 밸브

비례제어 밸브를 사용하는 이유

- 정밀하고 연속적인 냉각 온도 조절이 필요하기 때문

## 1.정밀한 온도 제어

LN2는 매우 낮은 온도(-196)에서 작동하므로 작은 유량의 변화만으로도 냉각 대상의 온도가 크게 변할 수 있다.

## 2.Closed-loop 제어에 최적

실시간으로 온도를 감지하고 그 값을 기준으로 자동 조절

ON/OFF 밸브처럼 단순한 방식은 설정 온도 값보다 초과하거나 미만인 상황이 쉽게 발생할 수 있다.

밸브 열림 정도를 연속적으로 바꿀 수 있어 더 부드럽고 안정적인 제어 가능

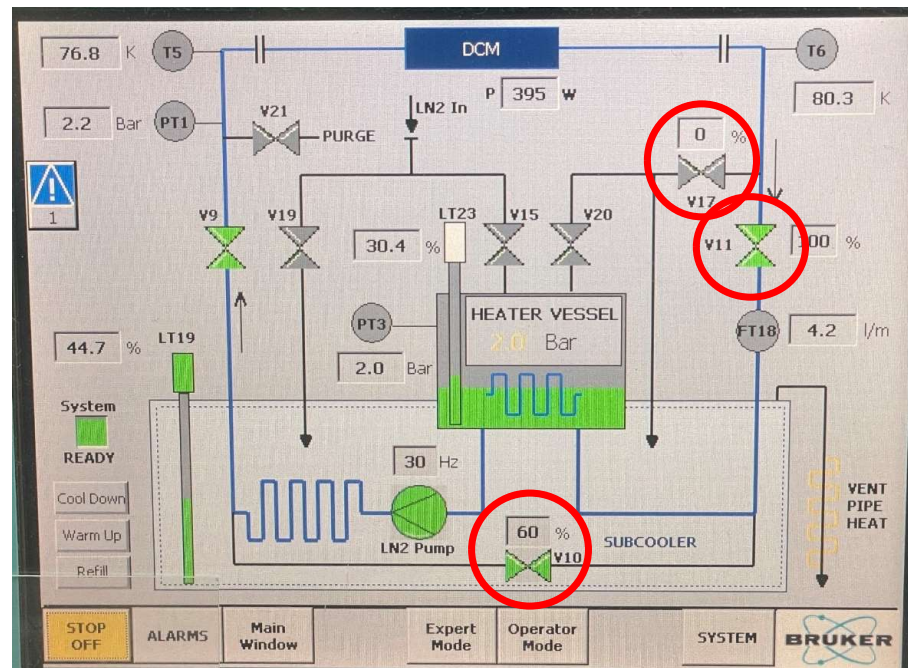
## 3.에너지 효율성 및 LN2 절약

필요한 만큼만 LN2를 공급하기 때문에 낭비가 줄어들고, 전체 시스템의 운영 효율 상승

## 4.서서히 냉각 또는 가열

점진적인 유량 조절을 가능하게 하여 온도 변화를 부드럽게 만들 수 있음

## DCM Cryo Cooler에 사용된 비례제어 밸브



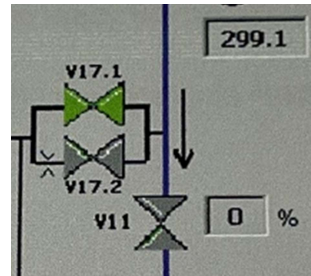
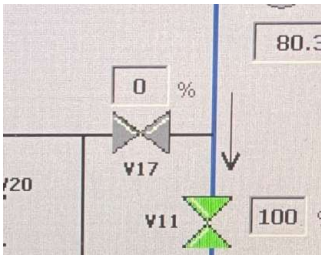
## DCM Cryo Cooler에 사용된 비례제어 밸브



11C빔라인에서 사용 중인 DCM Cryo Cooler

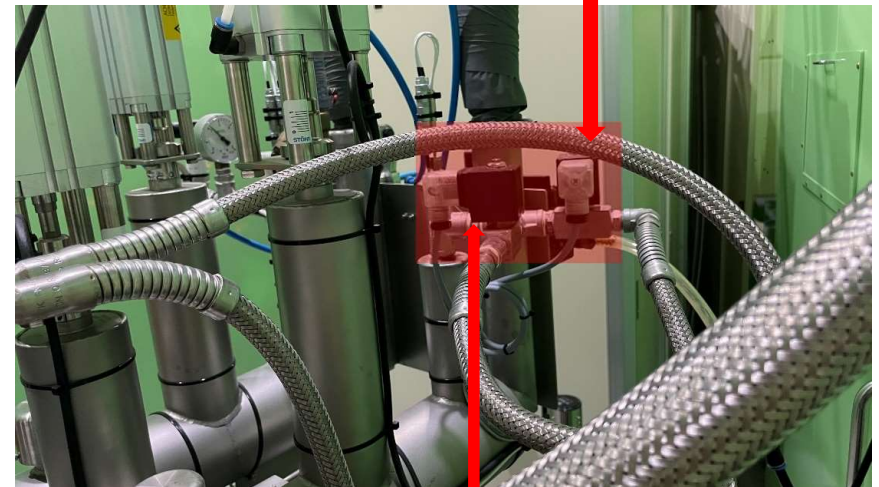
# DCM Cryo Cooler에 사용된 비례제어 밸브

5C, 7A



11C

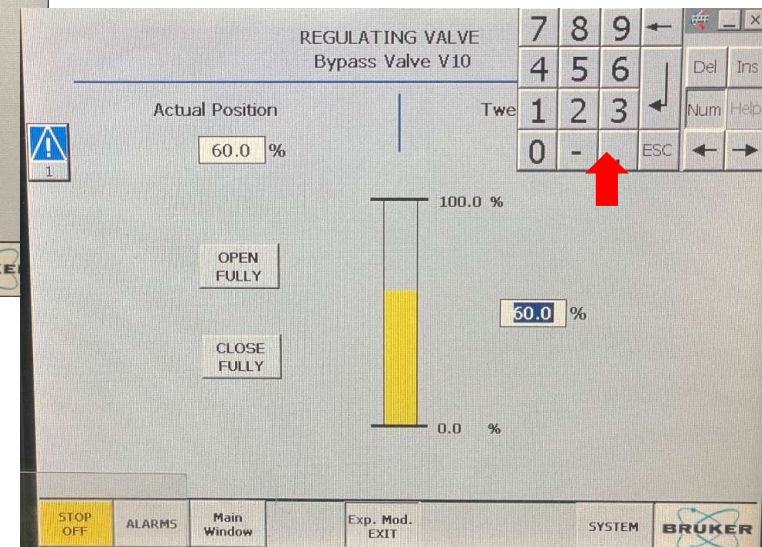
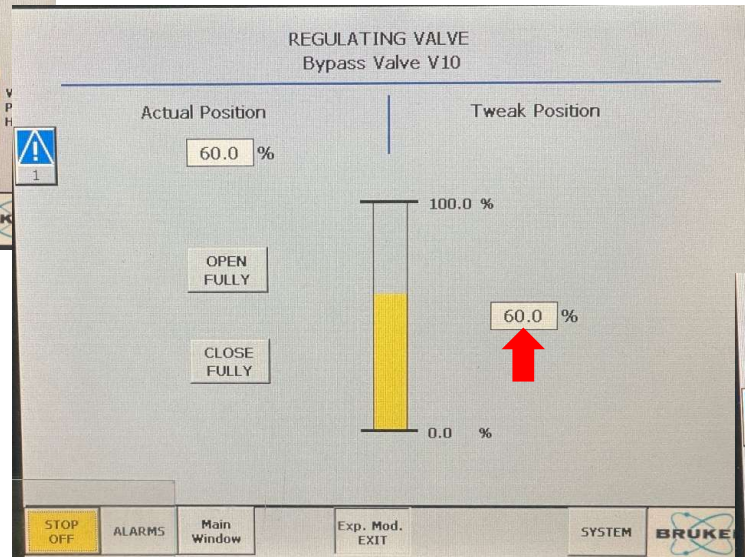
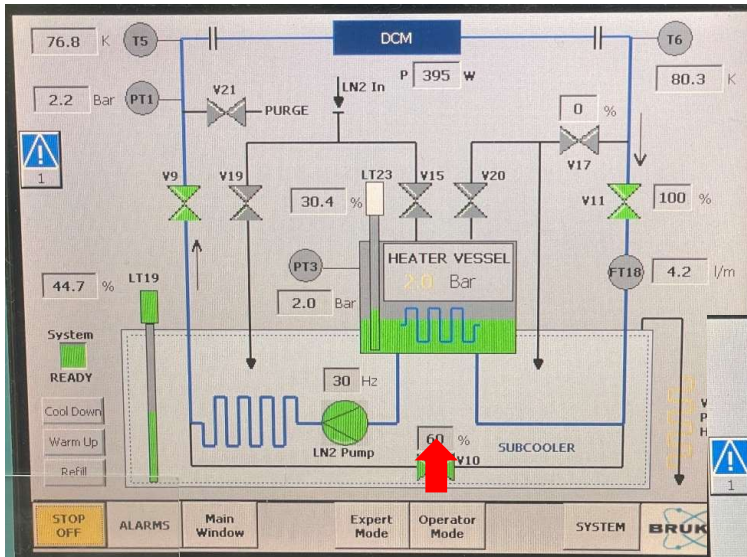
V17.1



V17.2




# 비례제어 밸브 설정 방법



# 비례제어 밸브 구동 조건


## STOP

 버튼 1초 미만 짧게 누름.

모든 밸브 닫힘.

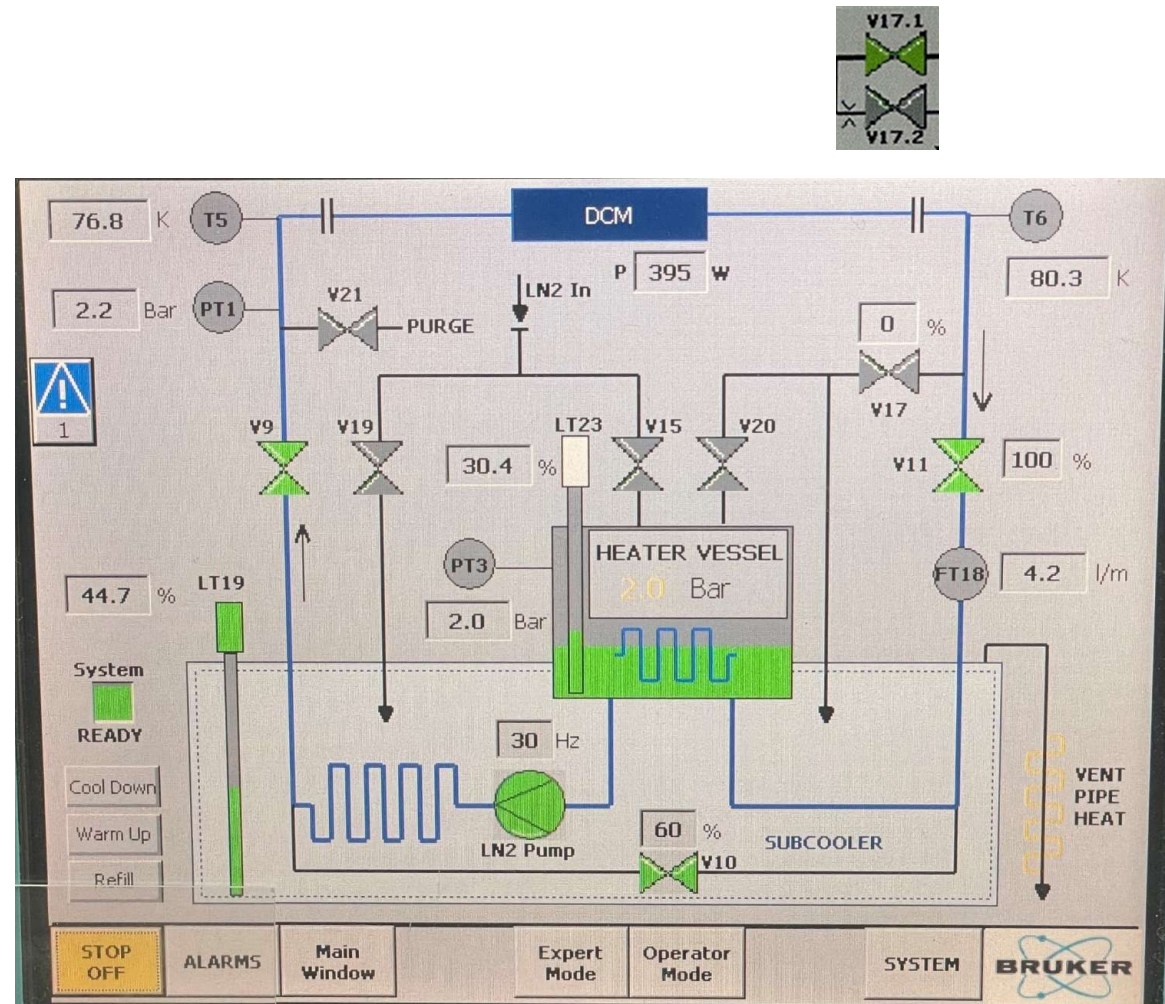
OPEN **V10** fully 100%, LN2 Pump off  
pressure off

## OFF

 버튼 2초 이상 길게 누름.

STOP 모드 +

OPEN **V17** [V17.1], OPEN **V20**

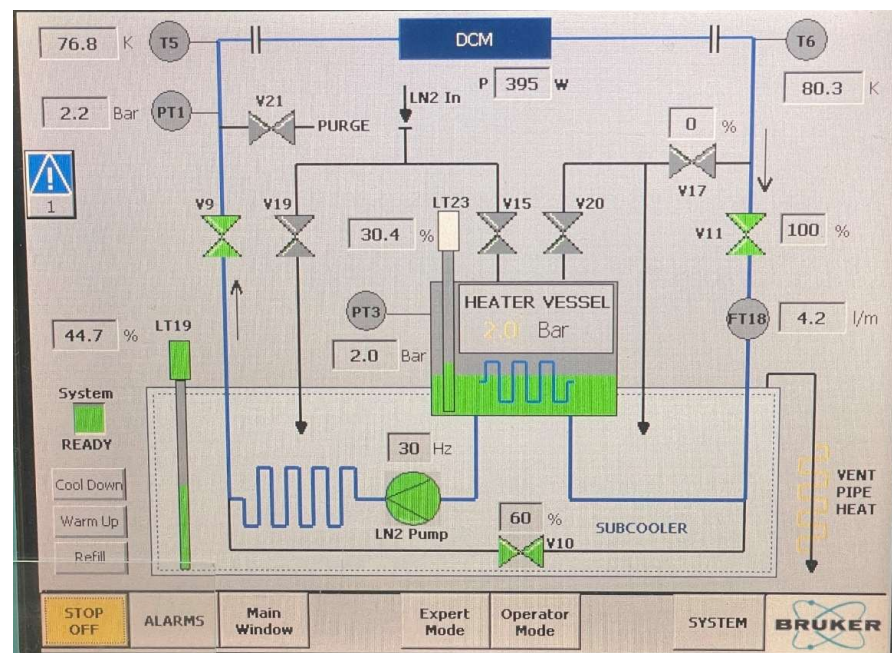




# 비례제어 밸브 구동 조건

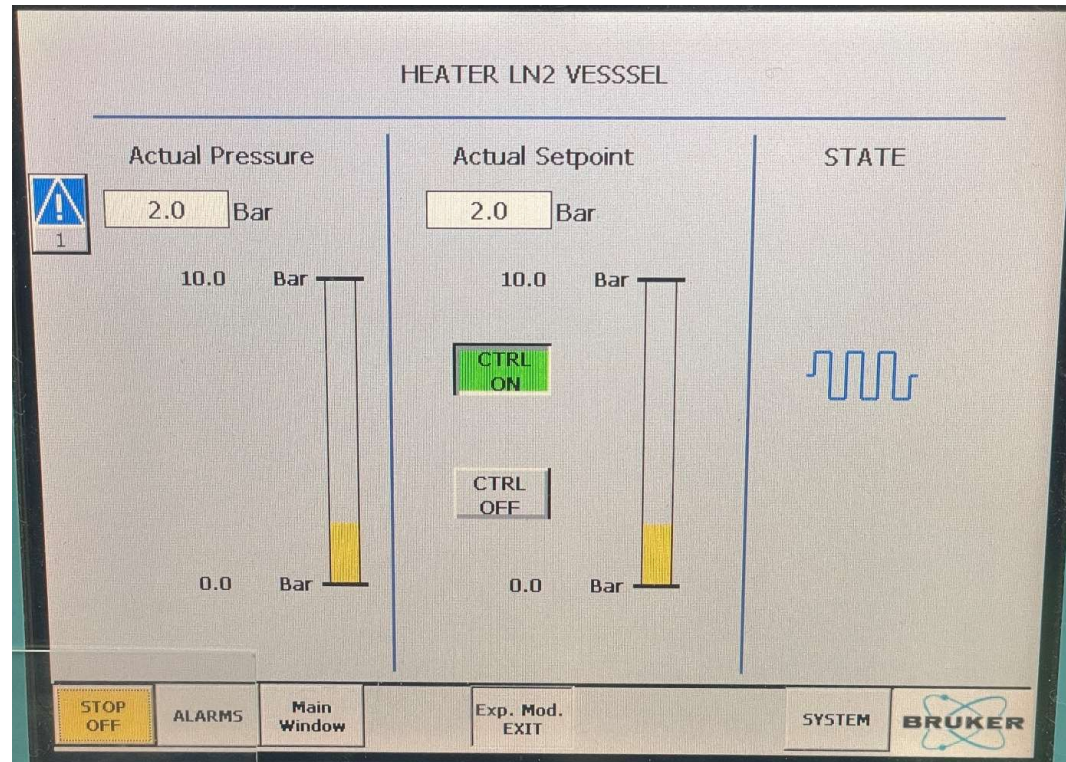
## 쿨다운 절차 (수동 조작) – BRUKER

1. **V10** 60% 열기
2. LN2 Pump를 켜고 30Hz로 설정
3. **V19**를 1분간 열어 공급 라인에 공기가 없음을 확인 후 닫기
4. Heater Vessel에 LN2를 90%까지 채움 (**V15** , **V20** 열기)
5. **V9** 열기
6. **V17** 완전히 열기 (100%)
7. Bypass Valve(**V10**) 밸브가 60% 설정되었는지 확인
8. T6 온도가 200K 이하를 나타낼 때까지 대기
  - **V17** 35%까지 닫기, **V11** 완전히 열기 (100%)
9. T6 온도가 90K 이하를 나타낼 때까지 대기
  - **V17** 완전히 닫기 (100%)
10. T6온도가 82K가 될 때까지 대기
11. 압력 조절 장치를 켜고 작동 압력 설정(권장: 2bar).
  - 설정 압력이 도달할 때까지 대기
12. Heater Vessel 충전 수준에 따른 설정
  - 30% 이상 : **V17** 30% 열기
  - 25% 미만 : 45%까지 충전 후 **V17** 30% 열기
13. Heater Vessel 충전 수준이 30%에 도달할 때까지 대기.
14. **V17** 완전히 닫기



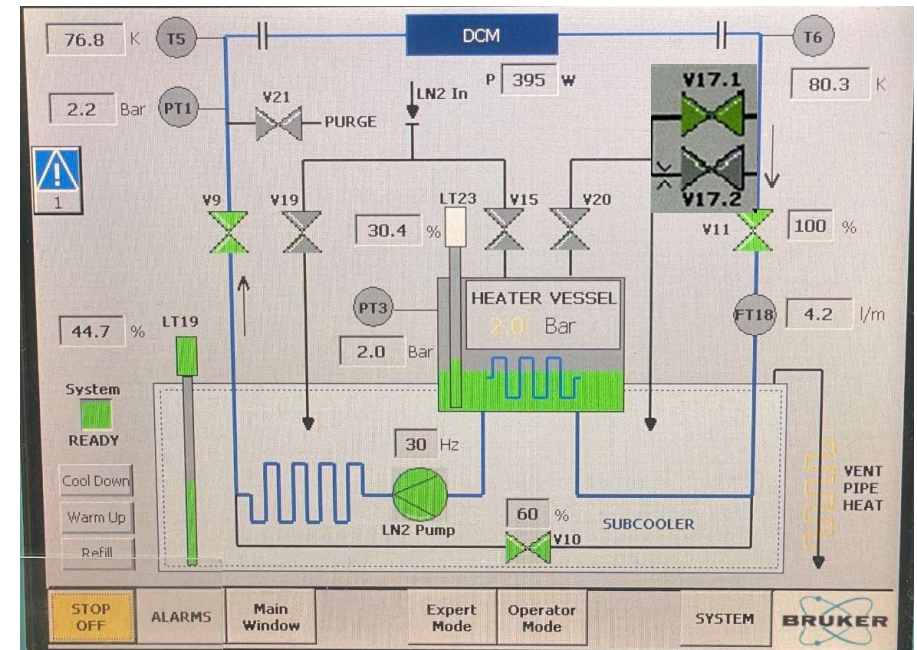


# 압력 조절 설정



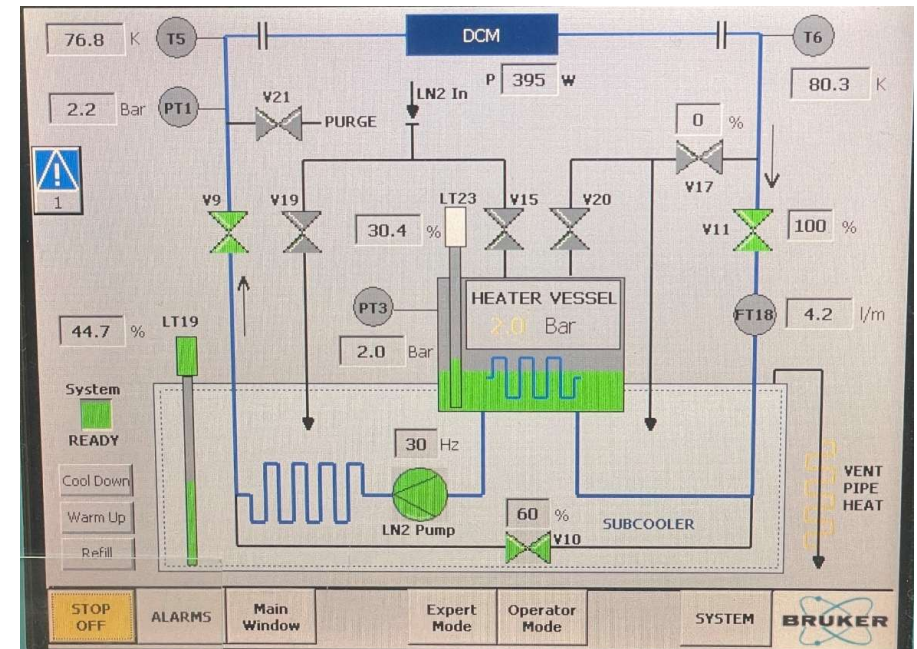
## 비례제어 밸브 구동 조건 쿨다운 절차 (수동 조작) - RI

1. **V10** 60% 열기
2. **V19**를 1분간 열어 공급 라인에 공기가 없음을 확인
3. **V19**를 닫고 **V15**와 **V20**을 열기
4. Heater Vessel에 LN2를 90%까지 채움 (충전 레벨이 5% 정도 되면 LN2 Pump를 30Hz로 동작 시킨다.)
5. **V15**와 **V20** 닫기
6. **V9** 와 **V17.1** 열기
7. Bypass Valve(**V10**) 밸브가 60% 설정되었는지 확인
8. T6 온도가 90K 이하를 나타낼 때까지 대기
9. **V17.1** 닫기, **V11** 완전히 열기
10. T6온도가 82K가 될 때까지 대기
11. 압력 조절 장치를 켜고 작동 압력 설정(권장: 2bar).
  - 설정 압력이 도달할 때까지 대기
12. Heater Vessel 충전 수준(40%)에 따른 설정
  - 40% 이상 : **V17.2** 열기
  - 40% 미만 : 60%까지 충전 후 **V17.2** 열기
13. Heater Vessel 작동 충전 수위가 되면 **V17.2** 닫기



## 표준 운전 설정 값 ( 추가 열부하가 없는 조건)

- \* V10 : 60% OPEN [ 40 ~ 60% ]
- \* V11 : 100% OPEN [ 40 ~ 100% ]
- \* 압력 설정값 : 2bar
- \* 펌프 주파수 : 30Hz ~ 50Hz
- \* Heater Vessel 충전 수준 : 25% ~ 30%
- \* 액체 질소 소비량 : 열부하가 없는 상태에서 3L/h





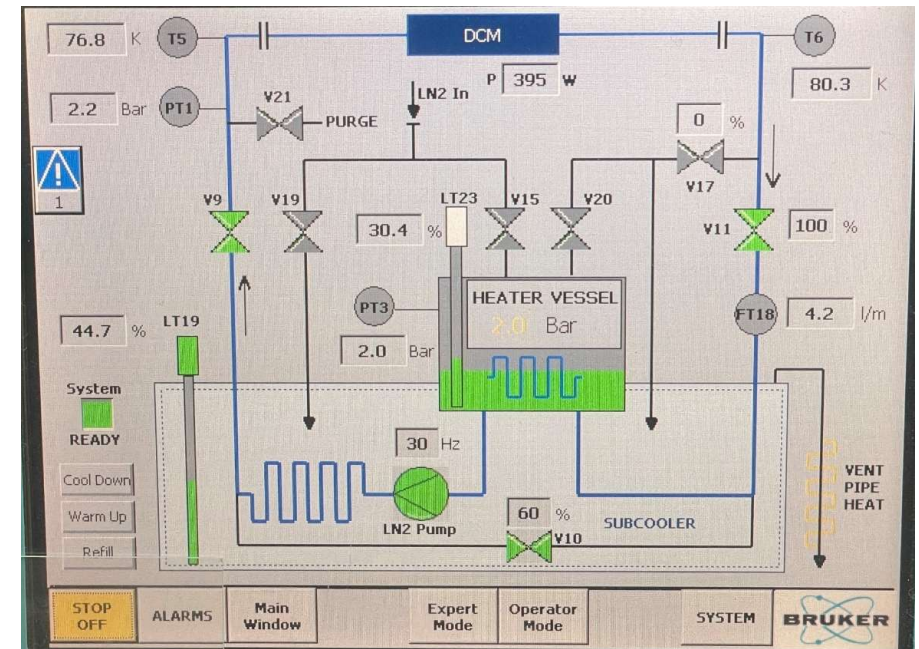
# Heater Vessel 수위 조정 및 보정

## \* Heater Vessel 내 LN2 수준 감소 방법

1. **V17** 35% 열기 [V17.1 열기]
2. 메인 메뉴로 돌아가기.
3. 원하는 충전 수준에 도달하면, **V17** 닫기 [V17.1 닫기]

## \* Heater Vessel 내 LN2 수준 증가 방법

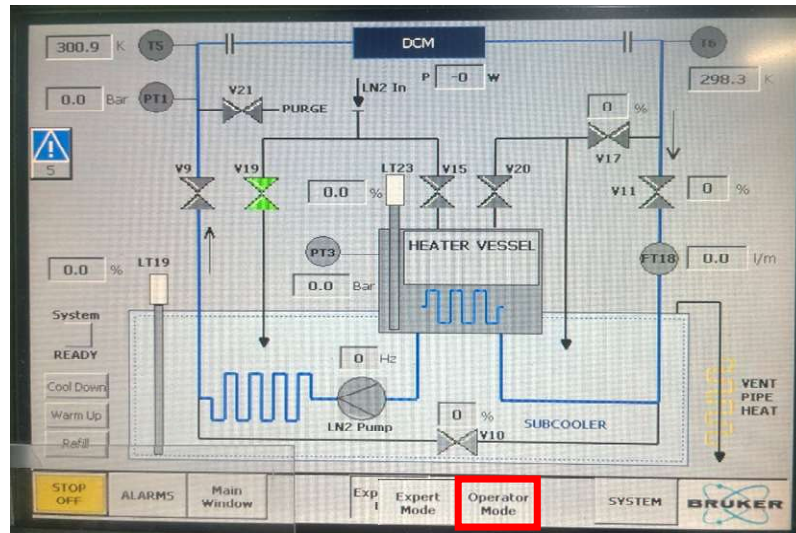
1. 압력 제어 끄기
2. **V15, V20** 열어 60% 까지 채우기
3. 압력 제어 켜기
4. 설정 값이 될 때까지 대기
5. **V17** 35% [V17.1 열기] 열어 LN2 방출 후 원하는 충전 수준에 도달하면, **V17** 닫기 [V17.1 닫기]



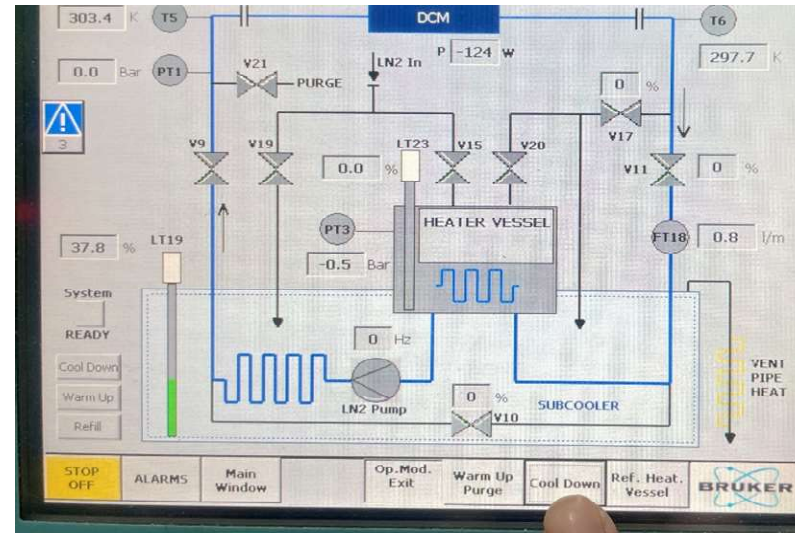


# 자동 쿨다운 방법

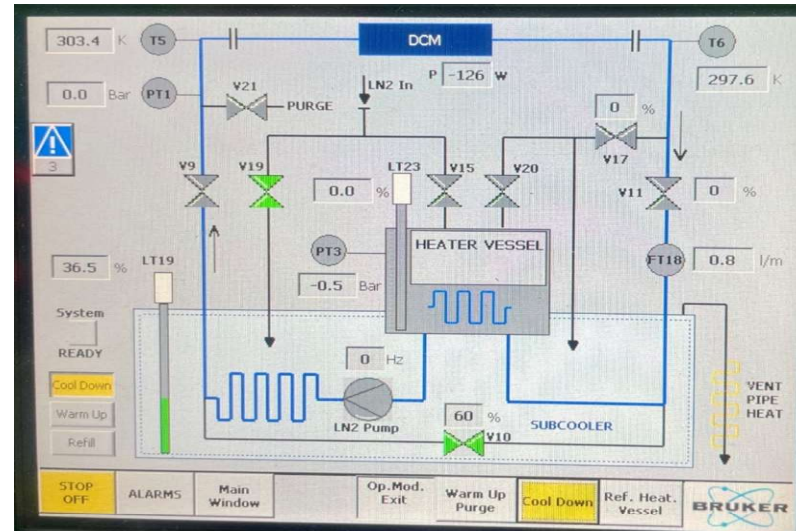
1



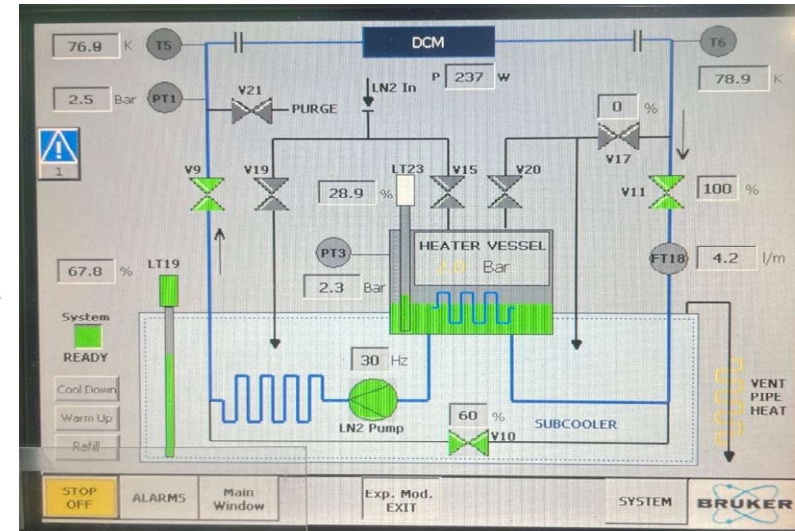
2



3



4



감사합니다.